

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-342098

(43)Date of publication of application : 13.12.1994

(51)Int.Cl. G21K 4/00
 G01T 1/00
 G03B 42/02
 H01L 27/14
 H01L 31/09

(21)Application number : 05-316975

(71)Applicant : E I DU PONT DE NEMOURS & CO

(22)Date of filing : 16.12.1993

(72)Inventor : LEE DENNY L Y
 CHEUNG LAWRENCE K

(30)Priority

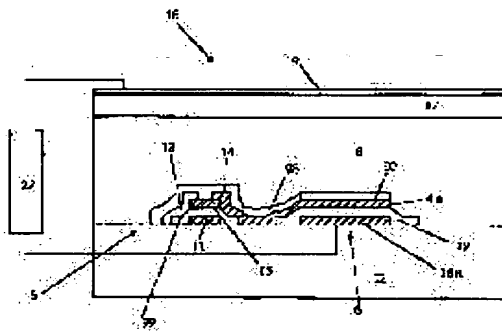
Priority number : 92 992813 Priority date : 16.12.1992 Priority country : US

(54) X-RAY IMAGE CAPTURE ELEMENT USING SOLID STATE DEVICE, AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve resolution of an X-ray image by providing a charge barrier (impeding) layer and a barrier dielectric layer on the upper face of each microplate.

CONSTITUTION: A plurality of transistors 5 and charge storage capacitors 6 are arranged on the upper face of a dielectric base layer 12. Each capacitor 6 has a microplate 4n connected to the transistor 5. An address line and a sense line activate the transistors 5 so as to have access to the respective capacitors 6 individually. A photoconductive layer 8 is arranged on the transistor 5, the address line and the sense line, and a front face conductive layer 9 is arranged on the photoconductive layer 8 oppositely to the layer 12. A charge impeding layer 10 and a barrier dielectric layer 17 prevent charge from being accumulated in the capacitor 6 due to a leakage current at the time of X-ray irradiation. An X-ray image obtained as a result is not therefore influenced by charge accumulation caused by the leakage current so as to improve resolution of the X-ray image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

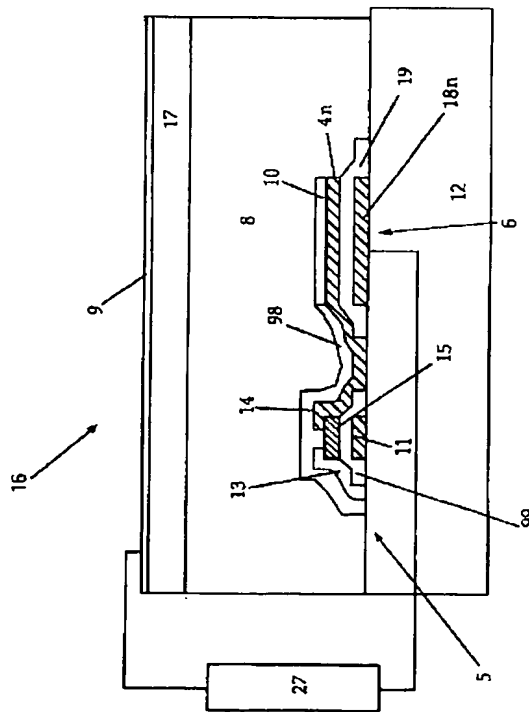
[Date of final disposal for application]

[Patent number]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成6年(1994)12月13日



【特許請求の範囲】

【請求項1】 上面と下面をもつ誘電基板層と、該誘電基板層の上面に隣接して配列された複数のトランジスタと、同じく該誘電基板層の上面に隣接して配列された複数の電荷蓄積キャパシタであって、各々が前記トランジスタの少なくとも1つに接続された内側導電マイクロプレートを備え、該内側マイクロプレートが前記誘電層に対向する上面をもつ電荷蓄積キャパシタと、前記誘電層の上面に隣接して配置されて、前記トランジスタを電子的にアクチベートして前記キャパシタの各々を個別的にアクセスする手段と、前記トランジスタならびに前記アクチベートおよびアクセス手段の上に積層された光導電層と、前記誘電層の反対側の前記光伝導層上に積層された上部導電層とを含むX線イメージ捕獲エレメントにおいて、それぞれが前記内側マイクロプレートの各々の上面に隣接して配置された複数の電荷バリア（阻止）層と、前記光導電層と前記上部導電層間に配置され、これらと同じ広がりをもつバリア誘電層とを備えたことを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項2】 請求項1に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、各キャパシタが、前記誘電層の上面上に配置された外側導電マイクロプレートと、該外側マイクロプレート上に積層された誘電物質とを有し、前記内側マイクロプレートは該外側マイクロプレートに対向して該誘電物質上に積層されていることを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項3】 請求項2に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記内側マイクロプレートはアルミニウムを有し、前記電荷バリア層は酸化アルミニウムを有することを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項4】 請求項2に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記内側マイクロプレートは酸化インジウム-錫を有することを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項5】 請求項2に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、各トランジスタは、前記内側マイクロプレートの1つに接続されたソースならびに、双方が共に前記アクチベート手段に接続されたドレインおよびゲートを有する薄膜電界効果トランジスタ（FET）であることを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項6】 請求項5に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記トランジスタはアモルファス・シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンおよび硫化カドミウムの群から選択した物質を有することを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項7】 請求項5に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記光導電層と前記トランジスタの各々の間に設けられたパッシベーション層をさらに備えたことを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項8】 請求項5に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記アクチベートしおよびアクセスする手段は、

トランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのゲートに接続された複数のディスクリート導電アドレス・ラインと、アドレス・ラインを横切る方向にトランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのドレイン領域に接続された複数のディスクリート導電センス・ラインと有することを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項9】 請求項8に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、外側マイクロプレートに維持されているアース電圧に対して可変動作電圧を上部導電層に印加する手段をさらに備えたことを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項10】 請求項8に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記アドレス・ラインおよび前記センス・ラインを第1電荷状態から第2読み出し状態に切り替えるための手段をさらに備えたことを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項11】 請求項8に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記センス・ラインに接続されて、前記キャパシタに蓄積された電荷をアナログ信号に変換するための電荷測定手段をさらに備えたことを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項12】 請求項1に記載のX線イメージ捕獲エレメントであって、前記エレメントを取り囲んでポータブル・エレクトロニクス・カセットを構成する格納装置の組合せ構造からなり、前記格納装置が前記エレメントに接続されて、前記エレメントに電力を供給し、前記エレメントから電気信号を読み取るための電気ケーブルを有することを特徴とするX線イメージ捕獲エレメント。

【請求項13】 X線イメージ捕獲エレメントで放射線イメージを捕獲する方法であって、該X線イメージ捕獲エレメントが、

上面と下面を設けた誘電基板層と、該誘電基板層の上面に隣接して配列された複数のトランジスタと、

同じく該誘電層の上面に隣接して配列された複数の電荷蓄積キャパシタであって、各キャパシタが前記トランジスタの少なくとも1つに接続された内側導電マイクロプレートを設け、該内側マイクロプレートが該誘電層に対向する上面を設け、さらに、各キャパシタが該誘電層の上面に積層された外側導電マイクロプレートと該外側マイクロプレート上に積層された誘電物質とを設け、該内側マイクロプレートが該外側マイクロプレートに対向して該誘電物質上に積層されている電荷蓄積キャパシタと、

前記誘電層の上面に隣接して配置され、前記トランジス

タを電子的にアクチベートし、前記キャパシタの各々を個別的にアクセスする手段であって、トランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのゲートに接続された複数のディスクリート導電アドレス・ラインと、アドレス・ラインを横切る方向にトランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのドレイン領域に接続された複数のディスクリート導電センス・ラインとを含むアクセス手段と、

それぞれが前記センス・ラインに接続されて、前記キャパシタの電荷をアナログ信号に変換するための電荷増幅手段と、

前記トランジスタと前記アクチベートおよびアクセス手段上に積層された光導電層と、

前記誘電層に対向して前記光導電層上に積層された上部導電層と、

それぞれが前記内側マイクロプレートの各々の上面に隣接して配置された複数の電荷バリア層と、

前記光導電層と前記上部導電層との間に配置され、それらと同じ広がりをもつバリア誘電層とを有し、

(a) すべてのアドレス・ラインを第1バイアス値にし、前記内側マイクロプレートをアース電位に接続し、前記電荷蓄積増幅器を無信号レベルにセットするステップと、

(b) 前記外側マイクロプレートをアース電位に維持したまま、正の動作電圧を上部導電層に印加するステップと、

(c) 前記第1バイアス値をすべてのアドレス・ラインから取り除いて、前記電荷蓄積キャパシタが電荷を蓄積することを可能にするステップと、

(d) 光導電層にイメージワイズ変調X線放射を照射して、放射量に比例した密度で光導電層内に電荷を発生させるステップと、

(e) 放射を停止し、上部導電層に印加した正の初期動作電圧を切り離して、イメージ捕獲エレメント内に電荷分布を実効的に発生するステップと、

(f) 複数のアドレス・ラインを通して信号を順次にトランジスタに入力して、キャパシタに蓄積された電荷がキャパシタから複数のセンス・ラインに流れ込むことを可能にするステップと、

(g) 各電荷蓄積キャパシタからの電荷を累積するように電荷増幅手段をアクチベートし、この累積値をあとでデジタル化して、メモリにストアしておくステップとを備えたことを特徴とするX線イメージ捕獲方法。

【請求項14】 請求項13に記載のX線イメージ捕獲方法において、イメージ捕獲エレメントをその元の状態に復元するステップをさらに備え、該復元ステップは、

(a) アドレス・ラインを通してゲート信号をトランジスタに入力して、電荷蓄積キャパシタに残存しているすべての電荷がキャパシタからセンス・ラインに流れ込む

ことを可能にするステップと、

(b) 各電荷蓄積キャパシタを電気的中立アース状態に保つように接続された電荷増幅手段を電氣的にアースするステップと、

(c) 動作電圧源を上部導電層に再接続し、制御によるレートで電圧を電気的中立アース値まで減少させ、極性が反転したとき、電圧を第2の負動作電圧まで減少させて、光導電層に残留している電荷を中立化するステップと、

(d) 反転動作電圧を電気的中立アース電圧に戻るまで減少させて、イメージ捕獲エレメントを実効的に再初期設定するステップとを有することを特徴とするX線イメージ捕獲方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はディジタル放射線写真イメージ (radiographic image) を捕獲する方法および装置に関する。より具体的には、本発明は、放射線写真潜像を特有のマイクロキャパシタ・マトリックス・パネルで表現した電荷を捕獲し、読み出して放射線写真を表した電気信号を得るための方法およびその装置に関するものである。

【0002】なお、本明細書の記述は本件出願の優先権の基礎たる米国特許出願第07/992,813号(1992年12月16日出願)の明細書の記載に基づくものであって、当該米国特許出願の番号を参照することによって当該米国特許出願の明細書の記載内容が本明細書の一部分を構成するものとする。

【0003】

【従来の技術】従来の放射線写真は、遮光カセット格納装置内のハロゲン化銀感光フィルムを使用して、放射線写真潜像を捕獲している。この潜像は、あとで化学的現像と定着を行った後可視像にされている。ハロゲン化銀フィルムはX線放射に対する感度があまり良くなく、像を得るために大量の露光を必要とするので、大部分の装置は、りん層を含む増感スクリーンをハロゲン化銀フィルムと併用して、露光の減少化を達成している。

【0004】ゼログラフィック(電子写真)処理で光導電プレートを使用して放射線写真潜像を捕獲する方法によっても放射線写真は得られる。この場合には、X線放射に感光する光導電プレートは、導電裏引き層(conductive backing layer)上にコーティングされた光導電層を少なくとも備えており、まず、コロナ・イオンを発生する荷電ステーションの下を通過するとき荷電される。正電荷または負電荷がプレート表面上に均等に蓄積される。次に、プレートはX線放射に露光される。入射放射線の強度に応じて、X線放射によって生成された電子ホール(正孔)ペアは、表面上に分布する電荷に付随する電場によって分離され、この電場に沿って移動し、表面電荷と再結合される。X線が照射されたあと、大きさが

変化する電荷の形体をした潜像は、プレート表面上に残留しており、これは静電潜像放射線写真(latent electrostatic radiogram)を表している。この潜像は、トナーによって可視像にすることが可能であり、より鮮明にするために、受光面に転写することが好ましい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】最近の開発では、静電画像捕獲エレメントを使用して、X線潜像を捕獲するものがあり、この静電潜像捕獲エレメントは、光導電層が導電支持体上に形成され、この光導電層は誘電層によって被覆されており、誘電層の上には透明電極がコーティングされている。透明電極と導電支持体間にバイアス電圧が印加されると、大容量並列プレート・キャパシタであるこのエレメントが充電するようになっている。バイアス電圧が印加されている間、このエレメントにはイメージワイズ変調X線放射(image wise modulated X-ray radiation)が照射される。この照射の後、バイアスが除かれ、潜像が誘電層の両端に蓄積された電荷分布として残留している。このエレメント構造の問題は、局所的電荷変化で表された潜像が非常に微小な信号電荷であり、プレート全面の総静電容量電荷にランダム・ノイズが存在するとき、抽出しなければならないことである。信号雑音比は劣っているのが一般的である。

【0006】信号雑音比を改善する試みとして、透明電極は、イメージ中の最小解像エレメントの面積に等しい面積をもつ複数のピクセル・サイズ・マイクロプレートとして誘電層上に形成されている。この方法によると、総プレート容量が減少し、画素ごとに抽出される信号は信号雑音比が改善されている。潜像を読み出す方法としては、特に、透明電極の長さをレーザ・ビームでスキャン(走査)し、その間に、マイクロプレートと導電プレート間に形成されたマイクロ・キャパシタの各々からの電荷の流れを読み取る方法がある。このエレメントは、プレート全面を被覆する連続電極構造に比べて大幅に改善されているが、このプレートの使用方式は、特に、マイクロプレートを初期充電するときの方法の面で若干複雑化している。

【0007】そこで、本発明は、上面と下面をもつ誘電基板層を含むX線イメージ(像)捕獲エレメントを提供することを目的とする。

【0008】また本発明は、上記X線イメージ捕獲エレメントを使用して、光導電層にイメージワイズ変調放射線(imagewise modulated radiation)を照射し、そこに生じた電荷の大きさを求めることによって、放射線写真(radiogram)を捕獲する方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために本発明においては、誘電層の上面に隣接して複数のトランジスタが配列されている。また、誘電層の上

面に隣接して複数の電荷蓄積キャパシタが配列され、各々のキャパシタは、上記トランジスタの少なくとも1つに接続された内側導電マイクロプレートに有している。導電アドレス・ラインとセンス・ラインが誘電層の上面に隣接して配置され、トランジスタを電子的にアクチベート(活性化)し、これらのキャパシタの各々を個別的にアクセスする。光導電層はトランジスタ、アドレス・ラインおよびセンス・ライン上に配置され、上部導電層は誘電層に対向して光導電層上に配置されている。このイメージ捕獲エレメントは、さらに、それぞれが内側マイクロプレートの各々の上面に隣接して配置された複数の電荷バリア層(charge barrier layer)、ならびに光導電層と上部導電層との間に配置された、これらと同じ広がりをもつバリア誘電層を含んでいる。

【0010】特に請求項1に記載の発明は、上面と下面をもつ誘電基板層と、該誘電基板層の上面に隣接して配列された複数のトランジスタと、同じく該誘電基板層の上面に隣接して配列された複数の電荷蓄積キャパシタであって、各々が前記トランジスタの少なくとも1つに接続された内側導電マイクロプレートを備え、該内側マイクロプレートが前記誘電層に対向する上面をもつ電荷蓄積キャパシタと、前記誘電層の上面に隣接して配置されて、前記トランジスタを電子的にアクチベートして前記キャパシタの各々を個別的にアクセスする手段と、前記トランジスタならびに前記アクチベートおよびアクセス手段の上に積層された光導電層と、前記誘電層の反対側の前記光伝導層上に積層された上部導電層とを含むX線イメージ捕獲エレメントにおいて、それぞれが前記内側マイクロプレートの各々の上面に隣接して配置された複数の電荷バリア(阻止)層と、前記光導電層と前記上部導電層間に配置され、これらと同じ広がりをもつバリア誘電層とを備えたことを特徴とする。

【0011】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、各キャパシタが、前記誘電層の上面上に配置された外側導電マイクロプレートと、該外側マイクロプレート上に積層された誘電物質とを有し、前記内側マイクロプレートは該外側マイクロプレートに対向して該誘電物質上に積層されていることを特徴とする。

【0012】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記内側マイクロプレートはアルミニウムを有し、前記電荷バリア層は酸化アルミニウムを有することを特徴とする。

【0013】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記内側マイクロプレートは酸化インジウム-錫を有することを特徴とする。

【0014】請求項5に記載の発明は、請求項2に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、各トランジスタは、前記内側マイクロプレートの1つに接続されたソ

ースならびに、双方が共に前記アクチベート手段に接続されたドレインおよびゲートを有する薄膜電界効果トランジスタ（FET）であることを特徴とする。

【0015】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記トランジスタはアモルファス・シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンおよび硫化カドミウムの群から選択した物質を有することを特徴とする。

【0016】請求項7に記載の発明は、請求項5に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記光導電層と前記トランジスタの各々の間に設けられたパッシベーション層をさらに備えたことを特徴とする。

【0017】請求項8に記載の発明は、請求項5に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記アクチベートしおよびアクセスする手段は、トランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのゲートに接続された複数のディスクリート導電アドレス・ラインと、アドレス・ラインを横切る方向にトランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのドレイン領域に接続された複数のディスクリート導電センス・ラインとを有することを特徴とする。

【0018】請求項9に記載の発明は、請求項8に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、外側マイクロプレートに維持されているアース電圧に対して可変動作電圧を上部導電層に印加する手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0019】請求項10に記載の発明は、請求項8に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記アドレス・ラインおよび前記センス・ラインを第1電荷状態から第2読出し状態に切り替えるための手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0020】請求項11に記載の発明は、請求項8に記載のX線イメージ捕獲エレメントにおいて、前記センス・ラインに接続されて、前記キャパシタに蓄積された電荷をアナログ信号に変換するための電荷測定手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0021】請求項12に記載の発明は、請求項1に記載のX線イメージ捕獲エレメントであって、前記エレメントを取り囲んでポータブル・エレクトロニック・カセットを構成する格納装置の組合せ構造からなり、前記格納装置が前記エレメントに接続されて、前記エレメントに電力を供給し、前記エレメントから電気信号を読み取るための電気ケーブルを有することを特徴とする。

【0022】請求項13に記載の発明は、X線イメージ捕獲エレメントで放射線イメージを捕獲する方法であって、該X線イメージ捕獲エレメントが、上面と下面を設けた誘電基板層と、該誘電基板層の上面に隣接して配列された複数のトランジスタと、同じく該誘電層の上面に隣接して配列された複数の電荷蓄積キャパシタであって、各キャパシタが前記トランジスタの少なくとも1つ

に接続された内側導電マイクロプレートを設け、該内側マイクロプレートが該誘電層に対向する上面を設け、さらに、各キャパシタが該誘電層の上面に積層された外側導電マイクロプレートと該外側マイクロプレート上に積層された誘電物質とを設け、該内側マイクロプレートが該外側マイクロプレートに対向して該誘電物質上に積層されている電荷蓄積キャパシタと、前記誘電層の上面に隣接して配置され、前記トランジスタを電子的にアクチベートし、前記キャパシタの各々を個別的にアクセスする手段であって、トランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのゲートに接続された複数のディスクリート導電アドレス・ラインと、アドレス・ラインを横切る方向にトランジスタに沿って布線され、それぞれが隣接トランジスタのドレイン領域に接続された複数のディスクリート導電センス・ラインとを含むアクセス手段と、それぞれが前記センス・ラインに接続されて、前記キャパシタの電荷をアナログ信号に変換するための電荷増幅手段と、前記トランジスタと前記アクチベートおよびアクセス手段上に積層された光導電層と、前記誘電層に対向して前記光導電層上に積層された上部導電層と、それぞれが前記内側マイクロプレートの各々の上面に隣接して配置された複数の電荷バリア層と、前記光導電層と前記上部導電層との間に配置され、それらと同じ広がりをもつバリア誘電層とを有し、（a）すべてのアドレス・ラインを第1バイアス値にし、前記内側マイクロプレートをアース電位に接続し、前記電荷蓄積増幅器を無信号レベルにセットするステップと、（b）前記外側マイクロプレートをアース電位に維持したまま、正の動作電圧を上部導電層に印加するステップと、

（c）前記第1バイアス値をすべてのアドレス・ラインから取り除いて、前記電荷蓄積キャパシタが電荷を蓄積することを可能にするステップと、（d）光導電層にイメージワイズ変調X線放射を照射して、放射量に比例した密度で光導電層内に電荷を発生させるステップと、

（e）放射を停止し、上部導電層に印加した正の初期動作電圧を切り離して、イメージ捕獲エレメント内に電荷分布を実効的に発生するステップと、（f）複数のアドレス・ラインを通して信号を順次にトランジスタに入力して、キャパシタに蓄積された電荷がキャパシタから複数のセンス・ラインに流れ込むことを可能にするステップと、（g）各電荷蓄積キャパシタからの電荷を累積するように電荷増幅手段をアクチベートし、この累積値をあとでデジタル化して、メモリにストアしておくステップとを備えたことを特徴とする。

【0023】請求項14に記載の発明は、請求項13に記載のX線イメージ捕獲方法において、イメージ捕獲エレメントをその元の状態に復元するステップをさらに備え、該復元ステップは、（a）アドレス・ラインを通してゲート信号をトランジスタに入力して、電荷蓄積キャパシタに残存しているすべての電荷がキャパシタからセ

ンス・ラインに流れ込むことを可能にするステップと、

(b) 各電荷蓄積キャパシタを電気的中立アース状態に保つように接続された電荷増幅手段を電氣的にアースするステップと、(c) 動作電圧源を上部導電層に再接続し、制御によるレートで電圧を電気的中立アース値まで減少させ、極性が反転したとき、電圧を第2の負動作電圧まで減少させて、光導電層に残留している電荷を中立化するステップと、(d) 反転動作電圧を電気的中立アース電圧に戻るまで減少させて、イメージ捕獲エレメントを実効的に再初期設定するステップとを有することを特徴とする。

【0024】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0025】図1は、誘電基板層12をもつ、X線イメージ(画像)捕獲装置、エレメントまたはパネル16を示している。誘電基板層12は、パネル16を扱いやすくする厚さになっている。誘電基板層12上には、複数の第1ディスクリット微小導電電極18(具体的には、18a, 18b, 18c, . . . 18n)が設けられている。これらの電極は、以下では、マイクロプレート18nと呼ぶ。マイクロプレート18nはアルミニウムで作ることが好ましい。この種のマイクロプレート18nを作る技術は、この分野では公知である。マイクロプレート18nの寸法によって、エレメント16が解像できる最小画素(ピクセル)の輪郭が定まる。マイクロプレートは、熱堆積法(thermal deposition)またはスパッタリング法を用いて誘電基板層12上に堆積されるのが一般的であるが、必ずしもこの方法による必要はなく、また金、銀、銅、クロム、チタン、プラチナなどの金属の薄膜で作ることが可能である。この複数の第1マイクロプレート上には、好ましくは、二酸化シリコンからなる静電容量誘電材19が塗布される。窒化シリコンなどの、他の材料を使用することも可能である。さらに、誘電基板層12上には、2電極13、14とゲート11をもつ複数のトランジスタ5が堆積されている。さらに、図1に示すように、複数の第2マイクロプレート4(具体的には、4a, 4b, 4c, . . . 4n)が設けられている。これらのマイクロプレートは、以下では、マイクロプレート4nと呼ぶ。これらは、真空熱堆積法またはスパッタリング方法によって誘電基板層12上に堆積されるのが代表例であるが、必ずしも、この方法による必要はなく、また金、銀、銅、クロム、チタン、プラチナなどの金属の薄膜で作ることが可能である。好ましくは、マイクロプレート4nはアルミニウムまたは酸化インジウム・錫(indium-tin oxide)で作られる。

【0026】図2に示すように、少なくとも1つのトランジスタ5は各マイクロプレート4nをXnライン11に接続している。トランジスタ5の代表例としては、FETトランジスタがあり、そのゲートがXnライン11

に接続され、そのソースまたはドレインがYnライン13に接続されている。電荷蓄積キャパシタ6は、マイクロプレート4n, 18nおよび静電容量誘電物質19によって形成されている。また、各マイクロプレート4nはトランジスタ5の電極14にも接続されている。各マイクロプレート18nはグラウンド(アース)に接続されている。各トランジスタ5は双方向スイッチの働きをし、バイアス電圧がXnアドレス・ラインを介してゲートに印加されたかどうかに応じて、Ynライン13のセンス・ラインと電荷蓄積キャパシタ6との間に電流を流す。トランジスタ5は、水素化合(hydrogenated)アモルファス・シリコン層15、絶縁層99、導電ゲート11および2つの導電電極を有することが好ましく、また図1に概略図で示すように、一方の電極13はYnセンス・ライン13に接続され、他方の電極14はマイクロプレート4nに接続される。各トランジスタには、単結晶シリコン、多結晶シリコン、または硫化カドミウムを使用することも可能である。また、各トランジスタ5はまた、パッシベーション層(passivation layer)98で被覆されているので、誘電基板層12の使用によって、あるいは追加的な層を使用することによって、化学放射線(actinic radiation)からシールドすることができる。本発明を説明する目的上、化学放射線は紫外線、赤外線、または可視放射線の意味で用いるが、X線放射線とガンマ放射線は含まない。トランジスタ5および電荷蓄積キャパシタ6の製造技術はこの分野では公知であり、本発明の主題とは無関係である。この件に関しては、例えば、R. C. Jaeger著「ソリッド・ステート・デバイスのモジュラー・シリーズ」(Modular Series on Solid State Devices)、Volume 5 of Introduction to Microelectronics Fabrication(発行Addison-Wesley, 1988)に記載されている。

【0027】マイクロプレート4a, 4b, 4c, . . . 4n間のスペースには、導電電極またはX1, X2, . . . Xnアドレス・ライン11、および導電電極またはY1, Y2, . . . Ynセンス・ライン13が配置されている。Xnライン11とYnライン13は、図示のように、外側マイクロプレート4n間のスペースにおいて、相互に対してほぼ直交するように配置されている。Xnライン11とYnライン13をどのような向きにするかは、選択の問題である。Xnアドレスライン11はリードまたはコネクタ(図示せず)を通して、パネル16のサイドまたはエッジに沿って個別的にアクセス可能になっている。

【0028】製造の目的上、Xnライン11とYnライン13は、マイクロプレート4nを作るときに使用したのと同じアルミニウム層から作ることができる。Xnライン11とYnライン13は交差する個所で相互に電気

的に接触してはならないので、Y_nライン13は、X_nライン11上に絶縁層（図示せず）を形成した後で作ることができる。

【0029】各Y_nライン13は、電荷増幅検出器36にも接続されている。この検出器は演算増幅器で構成し、マイクロキャパシタからの電荷が送られ、その電荷に比例した電圧出力を発生する静電容量回路における電荷を測定するように配線することが可能である。検出器36の出力を順次にサンプリングすることによって、出力信号が得られるが、このような技術はこの分野では公知である。

【0030】マイクロプレート4_nの上面には、電荷阻止（ブロッキング）層10が形成されている。マイクロプレート4_nの表面に形成された酸化アルミニウム層を電荷阻止層10にするのが好ましいが、他の阻止インタフェース（境界）を使用することも可能である。セレンウム光導電層8をその上にコーティングすると、X線吸収層が得られる。さらに、層4_n、10、および8は、阻止ダイオードの働きをし、一方の型の電荷が一方の方向に流れるのを禁止する。電荷阻止層10は、電荷漏れを防止するのに十分な厚さになっていなければならない。本発明の好適実施例では、電荷阻止層10は100オングストロームより大きい厚さになっている。

【0031】電荷阻止層10、トランジスタ5、ならびにゲートおよびセンス・ライン上には、光導電層8がコーティングされている。この光導電層8は、マイクロプレート4_nに接触する背面と、前面とをもっている。光導電層8は、非常に高い暗抵抗率(dark resistivity)を示すものが好ましいので、アモルファス・セレンウム、酸化鉛、硫化カドミウム、ヨウ化第二水銀、その他の同種物質で構成することができる。その他の同種物質としては、好ましくは、X線吸収化合物が添加されて、光導電性を示す光導電ポリマなどの有機物質がある。

【0032】本発明において「導電性を示す」というときは、X線放射が照射されたとき、光導電物質の抵抗率が、照射を受けなかったときの抵抗率に比べて減少することを意味する。抵抗率の減少は、実際には、入射放射によって物質中に生成された電子ホール・ペアの効果によるものである。キャパシタの静電容量時定数はキャパシタの抵抗に比例するので、上記のような光導電物質で作られたキャパシタは照射を受けると、時定数が小さくなる。これを電氣的に示したのが図6であり、同図に示すように、抵抗51とスイッチ52を、光導電物質で作られたキャパシタと並行に配置することによって表されている。放射の照射を受ける前は、光導電物質の抵抗は実効的に無限である。これを図式化すると、スイッチが開いたのと同じであり、放電抵抗は作用していない。照射を受けたときは、光導電物質の抵抗は小さくなり、これはスイッチを閉じたのと同じであり、放電抵抗を光導電キャパシタと並列に接続したことになる。光導電層の

両端間を移動する電荷は、入射放射の強度と直接比例することが好ましい。

【0033】光導電層8は、入射X線放射、またはその大部分を吸収するのに十分な厚さにする必要があり、そのようにすれば、放射検出効率を高めることができる。どのような種類の物質を選択するかは、必要とする電荷発生効率および電荷移動特性、ならびに製造をどの程度簡略化するかに依存する。好ましい物質の1つとしてセレンウムがある。

【0034】誘電層17は、光導電層8の表面上に積層される。本発明の好適実施例では、誘電層17の厚さは、1ミクロンより大きくするのが好ましい。厚さが25マイクロメートルのMylar（登録商標、ポリエチレン・テレフタル酸塩）フィルムを層17に使用できるが、他の厚さの層も適する。X線放射を透過する導電物質の最終前面層9は、誘電層17上に形成される。

【0035】誘電層17、光伝導層8および電荷蓄積キャパシタ6_nは、直列の3つのマイクロキャパシタを形成している。第1マイクロキャパシタは前面導電層9と導電層8の前面間に形成され、第2マイクロキャパシタは前記と同一導電層8とマイクロプレート4_n間に形成され、第3キャパシタはマイクロプレート4_nと18_n間に形成された電荷蓄電キャパシタ6_nになっている。

【0036】エレメント16全体は、コンダクタ18_n、絶縁層19、マイクロプレート4_n、阻止層10、光導電層8、絶縁層17、およびコンダクタ9の連続層を誘電基板層12上に堆積することによって作ることができる。FET5は誘電基板層12上のマイクロプレート18_n間のスペースに組み込まれている。エレメント16の製作は、プラズマ強化化学蒸着法(plasma-enhanced chemical vapor deposition)、真空蒸着法(vacuum deposition)、ラミネート法(lamination)、スパッタリング法、その他均等厚の薄膜を堆積するのに適した公知方法で行うことが可能である。

【0037】実際には、パネル16の製作は、誘電基板層12、トランジスタ5、X_nライン11、およびY_nライン13を含む市販薄膜トランジスタから始めることができる。本発明によるパネル16を作るには、液晶ディスプレイを作るときに使用される市販のパネルから始めると好都合である。電荷蓄積キャパシタ6が、外側マイクロプレート18_n上ならびに、X_nライン11とY_nライン13との間に形成される。光導電層8が電荷阻止層10上に積層される。誘電層17と上部導電層9が光導電層8上に形成されて、パネル16が完成する。

【0038】本発明の好適実施例では、上部導電層9、誘電層17、および光導電層8は連続層になっている。しかし、マイクロプレート18_n上に積層された層の1つまたは2つ以上を、例えば、エッチングによるレジストレーションによって形成した複数のディスクリート部分に構成することも、本発明の範囲に属する。

【0039】図2に示すように、X_nライン11の終端は、X_nライン11を第1位置Aおよび第2位置Bに切り替える作用をする複数の第1スイッチ32を有するスイッチング手段に接続されている。好ましくは、スイッチング手段は電子的にアドレス可能なソリッド・ステートスイッチで構成されているが、これらのスイッチはエレメント16の外部に設けることも、エレメント16と一体構成にすることもできる。バイアス電圧は、X_nライン11が第1位置Aにあるとき、ライン33を経由してすべてのX_nライン11に同時に印加される。X_nライン11上のバイアス電圧がすべてのトランジスタ5のゲートに印加されると、トランジスタ5は導通状態になり、ソースとドレインとの間に電流を流す。

【0040】スイッチ32が第2位置Bにあるときは、X_nライン11はライン35経由で独立にアドレスで、相互間の接続は切り離されている。この順次スイッチングを可能にする手段は図に示されていない。この種の手段はこの分野で公知であり、本発明の範囲を変更することなく、適当なスイッチング装置が選択できるので、本発明によれば、この種のスイッチングは重要でない。スイッチ32の制御はライン37で行うことができる。

【0041】電荷検出器36は演算増幅器を有し、マイクロキャパシタからの電荷からその電荷に比例した電圧出力を発生する静電容量回路における電荷を測定するように配線することができる。検出器36の出力を順次にサンプリングすることによって出力信号が得られ、このための技術はこの分野では公知である。

【0042】図1に示すように、上述した回路が上述したパネル16およびX_nライン11 Y_nライン13のアドレス手段に接続されているほかに、前面導電層9と複数の第1マイクロプレート18_nとをアクセスして、一連のプログラマブル可変電圧を供給する電源27に前面導電層9と複数の第1マイクロプレート18_nを電氣的に接続するための、別の接続路が設けられている。

【0043】図3は、イメージ捕獲エレメント16を化学放射線の照射からシールドするためにカセットまたは格納装置22が使用されている構成を示している。このシールド方法は、X線フィルムをシールドするカセットの場合とまったく同じである。カセット22は、X線を透過する材料から作られている。放射線写真の潜像を得るために、エレメント16はカセット22内に格納されている。このカセット22は情報変調X線放射の通路上に置かれるが、その置き方は、従来のカセットと感光フィルムの組み合わせが置かれるのと同じである。手段34は、スイッチ32のスイッチ接点とそれぞれの制御ライン33、35、37および電源27に電氣的にアクセスすることを可能にするものである。

【0044】図4に概略図で示す構成は、X線放射源44がX線ビームを供給するためのものである。ターゲット48（つまり、医療診断画像を得る場合は、患者）は

X線ビーム通路上に置かれる。患者48を通り抜けて出現した放射線は、ターゲット48におけるX線吸収の度合いが異なるために、強度が変調される。変調されたX線放射ビーム46は、エレメント16を格納しているカセット22によってインターセプトされる。格納物22を通り抜けたX線は、光導電層8によって吸収される。

【0045】次に、動作について説明する。まず、スイッチ32が位置Aに切り替えられ、バイアス電圧（5Vが代表例）がすべてのX_nライン11に同時に印加される。さらに、電圧（5Vが代表例）がアレイ・リセット・ライン91に印加され、すべてのアレイ・リセット・トランジスタ93が導通状態になる。すべての電荷蓄積キャパシタ6が、アレイ・リセット・トランジスタを通して電氣的にブランドに短絡される。また、すべての電荷増幅器36はライン39を通してリセットされる。初期動作DC電圧（例えば、1000V）は、電圧レートが制御されて上部導電層9に印加される。

【0046】図5は3つの直列マイクロキャパシタを構成する誘電層17、光導電層8および荷電蓄積キャパシタ6の、衝突放射線が加えられる前の等価電気回路を示す簡略図である。図に示すように、光導電層8に並列して、スイッチ52と抵抗51があり、これは、光導電層8における電子ホール・ペアの生成と移動が、次に説明するキャパシタのキャパシタンス（静電容量）にどのような影響を及ぼすかを示したものである。図5に示すように、X線放射が存在しないで、トランジスタ5とアレイ・リセット・トランジスタ93が導通状態にターンオンしているとき（これは、スイッチ53を閉じたのと同じである）、正の初期動作電圧がエレメント16の両端に現れると、電荷は電荷蓄積キャパシタ6に蓄積されない。上述した構造では、この結果、2つの異なる電圧がキャパシタの両端に現れる。1つは、光導電層8を表すマイクロキャパシタ両端に現れ、もう1つは、誘電層17を表すマイクロキャパシタ両端に現れる。例えば、印加電圧源27が1000Vならば、これは2つのキャパシタ両端に分圧され、誘電層17両端に100Vが、光導電層8両端に900Vが印加される。電場が安定すると、X_nラインに現れて、トランジスタ5にバイアスをかける電圧は第2の動作電圧に変わり、スイッチを位置Bに切り替えることにより、トランジスタ5を非導通状態にする。アレイ・リセット・トランジスタ93も、上記と同じプロセスによって非導通状態になる。これはスイッチ53を開いたのと同じである。

【0047】図6は、異なるピクセルにおける入射放射量が異なるとき、電圧の再分圧パターンにどのような影響を及ぼすかを示す図である。X線の照射を受けているとき、イメージワイズ変調X線放射はパネル16上に衝突する。X線は光導電層内に余剰電子ホール・ペアを生成し、前面導電層9とマイクロプレート18_n間の電圧差で起こる電場が存在するときは、ホールは、マイクロ

プレート4nの上の領域内の光導電層8と電荷阻止層10間の境界(インタフェース)に向かって移動する。光導電層8に生成される電子ホール・ペアの量は、イメージ捕獲エレメント16に衝突するイメージワイズ変調X線の強度によって左右される。正の電荷がマイクロ蓄積キャパシタ6の両端に蓄積され、電圧パターンは例えば、図6に示す電圧に変化する。

【0048】本発明においては、複数の電荷阻止層10とバリヤ誘電層17は、X線の照射時に漏れ電流が原因で電荷が電荷蓄積キャパシタ6に蓄積するのを防止することが重要な特徴である。正の動作電圧が上部導電層9に印加されたとき、誘電層17は、ホールが誘電層9から光導電層8に注入されるのを防ぎ、電荷阻止層10は、ホールが内側マイクロプレート4nから光導電層8に注入されるのを防止するので、その結果生じた漏れ電流が原因で、X線イメージに起因しない追加電荷が蓄積キャパシタ6に蓄積するのを防止する。従って、その結果として得られたX線イメージは、漏れ電流が原因で起こる電荷蓄積に影響されない、X線イメージの解像度が向上する。

【0049】あらかじめ決めた時間期間が経過すると、X線ビームは中断されるので、X線はエレメント16に衝突しなくなる。そのあと、上部導電層9への初期動作電圧の印加が除かれるので、マイクロプレート4n、誘電層19およびマイクロプレート18nで形成されたマイクロキャパシタの蓄積電荷の形で、放射線写真イメージがエレメント16に捕獲される。

【0050】初期動作電圧をエレメント16から除いた後、化学放射線が存在するときにカセット22を取り扱っても、トランジスタ5は化学放射線からシールドされており、従って、マイクロプレート4nは相互に隔離されているので、誘電阻止層19両端のマイクロキャパシタ電荷分布としてカセット22に収まっている蓄積イメージ情報が消失することがない。

【0051】再び図2に示すように、Xnライン11の各々は、該当バイアス電圧をラインに、従って、アドレスされるXnライン11に接続されたFET5のゲートに印加することによって順次にアドレスされる。これにより、FET5は導通状態になり、対応する電荷蓄積キャパシタ6に蓄積された電荷はYnライン13に流れると共に、電荷検出器36の入力側に流れる。電荷検出器36はYnライン13上で検出された電荷に比例する電圧出力を発生する。増幅電荷検出器36の出力は順次にサンプリングされて、アドレスしたXnライン11上のマイクロキャパシタの電荷分布を表す電気信号が得られ、各マイクロキャパシタは1つのイメージ・ピクセルを表す。Xnライン11上のピクセルのあるラインから信号が読み出されると、電荷増幅器はリセット・ライン39を通してリセットされる。次のXnライン11がアドレスされ、このプロセスは、すべての電荷蓄積キャパ

シタがサンプリングされて、イメージ全体が読み出されるまで繰り返される。電気信号出力はストアしておくことも、表示することも、あるいはその両方を行うこともできる。

【0052】図7は、電荷増幅器36から得られ、好ましくは、アナログ・デジタル(A/D)コンバータ110でデジタル信号に変換された信号を示す。この信号はライン140経由でA/Dコンバータ110からコンピュータ142へ送られる。コンピュータ142は、特に、この信号を該当する記憶手段に送る。この記憶手段は内部RAMメモリ、長時間保存メモリ144、あるいはその両方であってもよい。このプロセスでは、放射線写真を表すデータは、フィルタリング、コントラスト強調などのイメージ処理を受けて、CRT146から表示して即時に見ることも、プリンタ148を用いてハードコピー150をとることもできる。

【0053】図8は、パネル16が追加のX線イメージを捕獲するためにどのように準備されるかを示している。例えば、上述したプロセスを使用して信号が回復され、すべてのXnライン11間を相互接続し、再度バイアス電圧をXnライン11に印加してトランジスタ5を導通状態にし、その結果すべての電荷蓄積キャパシタを完全に放電するので、残留電荷が除去される。すべての電荷増幅器36はリセット・ライン39を通してリセットされる。初期動作電圧が前面導電パネル9に再印加される。この動作電圧は、電圧レートが制御されて、あらかじめ決めた時間期間の間に、動作バイアス電圧からゼロ電圧に、さらに反転電圧に減少する。この反転電圧は、元の正の動作バイアス電圧の大きさと等しくすることも、それ以下にすることもできる。電圧極性が反転すると、ホールはマイクロプレート4nから電荷バリヤ層10を通して光導電層8に注入される。光導電層8を通る、このホールの移動は、以前に光導電層8内でトラップされていた電子がホールと再結合されて、以前から残っていたイメージワイズ変調電荷分布パターンが除去されるまで続く。反転極性動作電圧の大きさは、次のあらかじめ決めた時間期間に再びゼロ電圧に低下していく。この消去プロセスは、トラップされた電荷がすべて除去されるまで繰り返され、イメージ捕獲パネルは後続のイメージ捕獲操作の準備状態に入る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるX線イメージ捕獲エレメントを示す概略断面図である。

【図2】図1に示すX線イメージ捕獲エレメントを示す概略上面図である。

【図3】本発明によるX線イメージ捕獲パネルを使用するためのカセットを示す概略断面図である。

【図4】X線イメージを捕獲するために本発明によるX線イメージ捕獲パネルを使用するための構成を示す正面図である。

【図5】X線放射の照射を受ける前に、初期動作バイアス電圧が印加された後の本発明によるエレメントの等価回路を示す図である。

【図6】X線放射の照射を受けた直後で、動作電圧が印加された後の本発明によるエレメントの等価回路を示す図である。

【図7】本発明のX線イメージ捕獲パネルを使用して放射線写真を捕獲し、表示するための構成を示すブロック図である。

【図8】バイアス電圧が反転され、負電位に低下した直後の本発明によるエレメントの電氣的等価回路を示す図である。

【符号の説明】

- 4 マイクロプレート
- 5 トランジスタ
- 6 電荷蓄積キャパシタ
- 8 光導電層

9 前面導電層

10 電荷阻止（バリヤ）層

11 X_nライン

12 誘電基板層

13 Y_nライン

16 パネル（X線イメージ捕獲エレメント）

17 誘電層

18 極小導電電極（マイクロプレート）

19 静電容量誘電物質

22 カセットまたは格納装置

27 印加電圧源

32 スイッチ

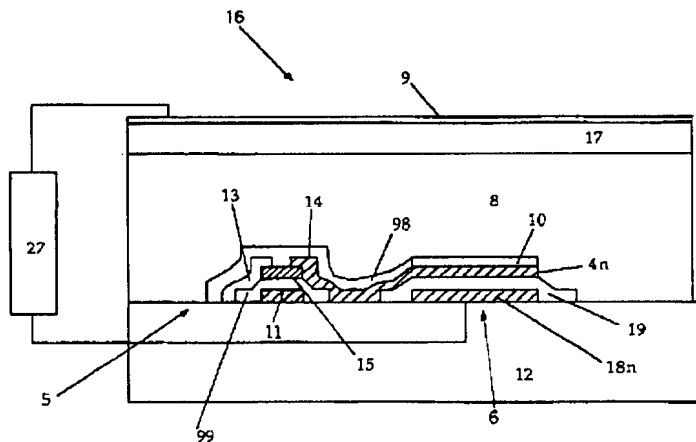
36 電荷検出器

39 リセット・ライン

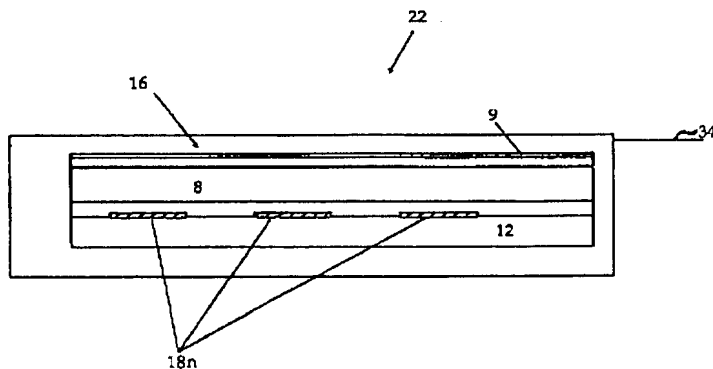
53 スイッチ

93 アレイ・リセット・トランジスタ

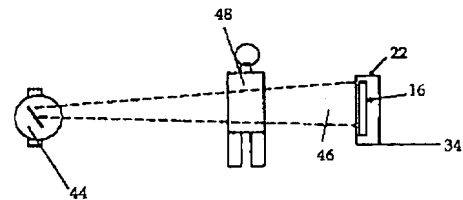
【図1】



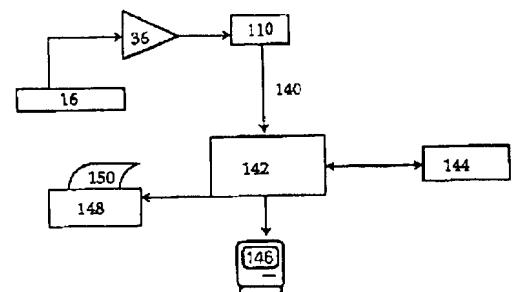
【図3】



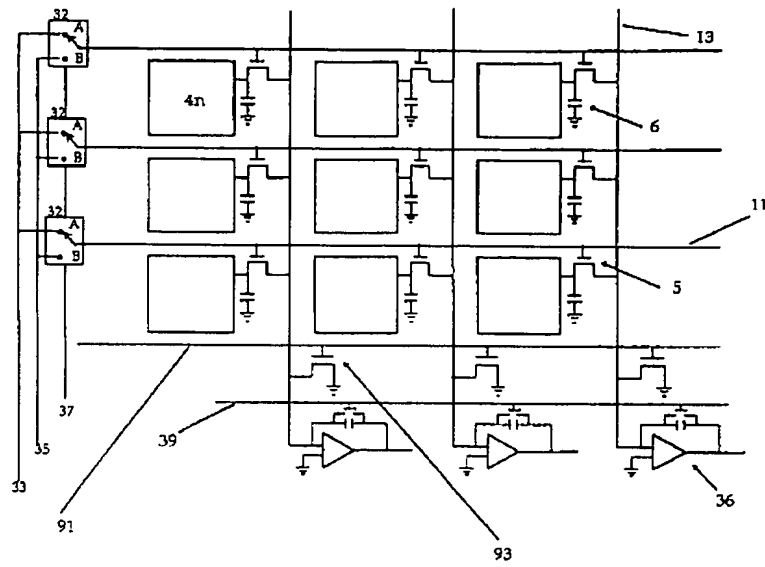
【図4】



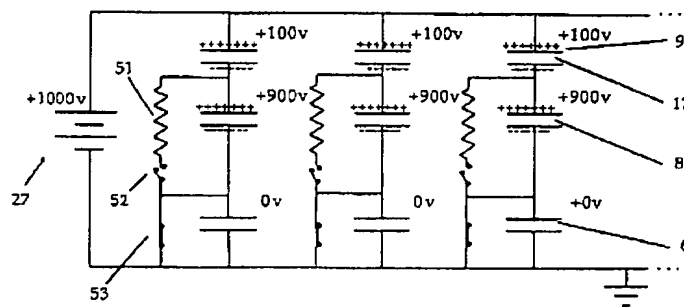
【図7】



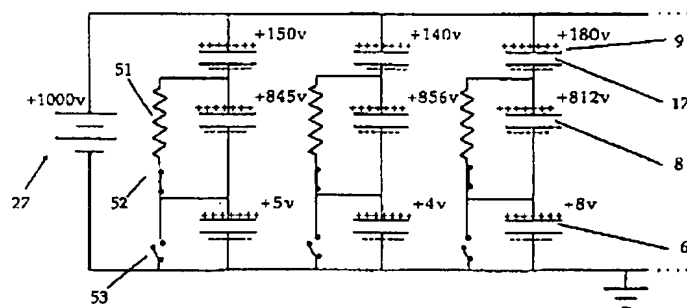
【図2】



【図5】



【図6】



(72)発明者 ローレンス カイファン シェン
アメリカ合衆国 19312 ペンシルバニア
州 バーウイン グリーン ヒル サーク
ル 1520